

邕宁蒲庙大桥吊杆更换施工技术

向宝城¹ 张枫林¹ 卢小芬¹ 杨玲²

(1 柳州欧维姆工程有限公司 柳州 545005 2 柳州欧维姆机械股份有限公司 柳州 45005)

摘要:该文介绍新型组合式挤压拉索构造及在蒲庙大桥中的应用,全桥吊杆更换的施工方法。通过移动式兜吊系统采用的使用,使得吊杆更换施工更安全、便捷,施工速度显著提高。该法为国内首创。

关键词:吊杆更换 兜吊系统 整束挤压拉索 组合式吊杆

1 工程概况

蒲庙大桥位于南宁市东20公里处的邕宁区蒲庙镇,主桥为中承式劲性钢骨架钢筋混凝土拱桥(见图1),跨度312米,矢高52米,矢跨比1/8,拱肋为两根平行分离式钢骨RC闭口箱形变截面拱肋,截面四角各布置1根 $\phi 402\text{mm}$ 钢管,主桥各条拱肋布置27根吊杆,共有吊杆54根。原吊杆采用21根 $7\phi 5$ 钢绞线组成,钢绞线 $R_y=1500\text{MPa}$,锚具为OVM15-P工作锚,上锚固端位于拱箱内,下锚固端位于PC横梁底下。吊杆外套无缝钢管,在管内溶入硫磺水泥砂浆防护。锚头外设有反向单锚,最后用高强混

土封锚。据国内外已建桥梁调查资料分析,该类短吊杆正常使用年限为6~8年,长吊杆正常使用年限为8~10年。

邕江大桥自1993年元月正式动工兴建,1996年9月竣工,运营多年,除在2003年检测时更换过的1#、2#、26#、27#吊杆外,其余吊杆均已超过年限。经检查发现吊杆存在锚头漏油、吊杆连接套管处漏油等病害,打开部分吊杆外包后发现钢绞线有锈蚀等病害。且由于车辆荷载增加,原吊杆安全系数偏低,安全储备不足。从大桥状况、吊杆使用年限和安全考虑,对大桥其余的3#~25#共46根吊杆进行更换。

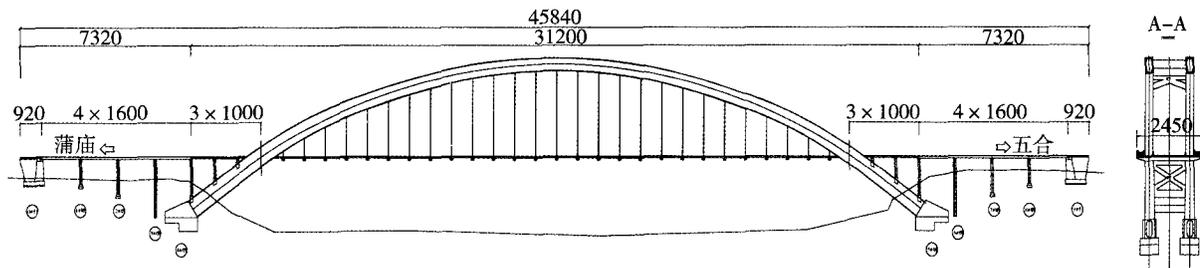


图1 蒲庙大桥桥型布置图

2 新吊杆结构体系

针对蒲庙大桥实际情况,经比选优化,新吊杆采用组合式挤压拉索,即中间为OVM.GJ15-27钢绞线整束挤压拉索,两端通过螺牙与刚性拉杆连接,上、下拉杆穿过预埋管后通过螺母锚固在拱内或梁底,螺母与锚垫板之间设球形铰。新的组合式吊杆安全系数达到4.0倍以上。

采用组合式拉杆有如下优点:①由于原吊杆采用的先穿索后制锚,上、下端预埋管的管径都留得比较小,一般成品索的锚头无法通过。而刚性拉杆直径较小,可在不对原桥结构扩孔的情况

下穿过预埋管;②所有吊杆成品索体、挤压式锚具、钢拉杆等均在厂内制作,容易保证加工精度、防护性能等质量要求;③吊杆两端设置了球形铰,最大可调角度为10度,本桥设计为3度,能一定程度的满足桥纵向变形要求;④吊杆运到施工现场后由专业人员在桥面进行组装,易于进行现场控制。

3 兜吊系统

吊杆更换过程中,用临时兜吊系统代替旧吊杆受力,待新吊杆安装完成后再将力转换到新吊杆上来。兜吊系统包括:拱上移动盘架1套、拱

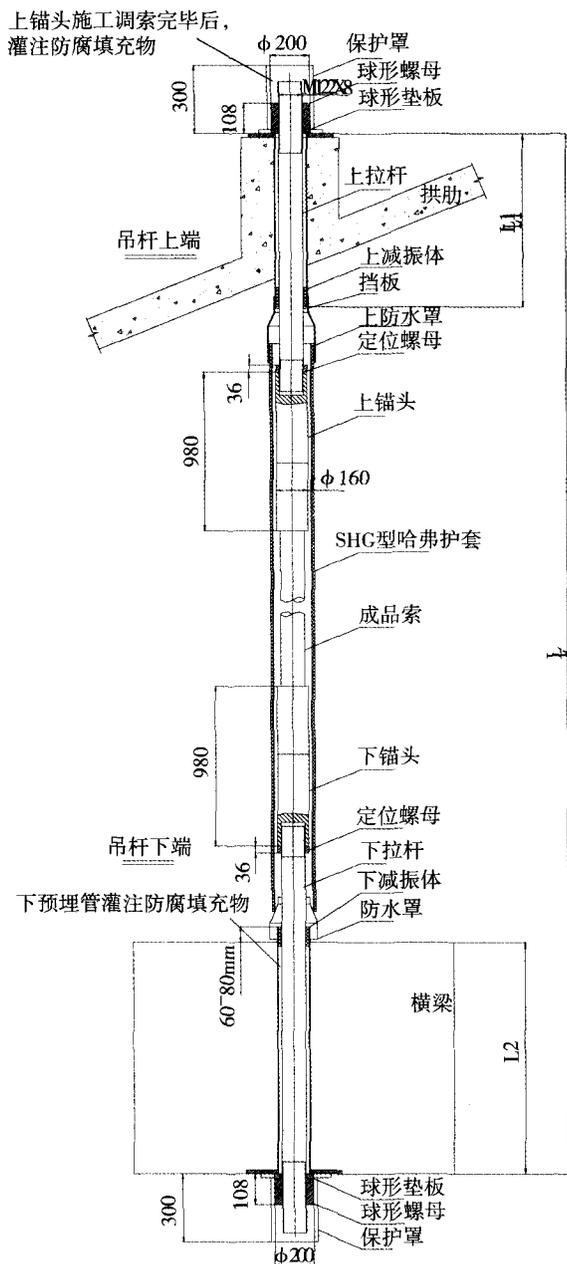


图2 吊杆结构图

下施工平台、梁下施工平台1套、辅助索钢绞线4束（每束5根钢绞线）、临时拉杆4根（采用 $\phi 32\text{mm}$ 精轧螺纹钢）、扁担梁、梁底托梁、YC60B千斤顶4台、YCW150B千斤顶1台及相应的锚夹具等工具（图3、图4）。

其中，拱下施工挂篮和辅助索钢绞线通过活动铰固定在拱上移动盘架上，在更换不同位置吊杆时，即使由于拱肋仰角变化而造成拱上移动平台倾斜程度不一，辅助索和拱下挂篮都能通过活

动铰转动而始终保持垂直方向受力。

辅助索上端采用挤压锚具，为固定端；下端采用夹片锚具，为张拉端。使用兜吊系统进行吊杆更换时，从跨中最长的吊杆开始进行更换，没完成一根，兜吊系统往两侧移至下一根吊杆时，仅需在桥面处将长出的钢绞线割除即可形成新的兜吊系统。

到达桥面后，通过工具锚与扁担梁连接，扁担梁中部通过精轧螺纹钢穿过桥面与梁底托梁连接。使用时可通过用千斤顶张拉和放松拉杆调节临时兜吊系统的受力状况。

4 吊杆更换施工要点

4.1 施工总体规划

吊杆更换施工分四个工作点同时进行，分别为上、下游拱肋各安排两个作业点，每个点配备一组兜吊系统。按从跨中往两侧的顺序逐根进行更换，各个作业点可独立进行进度控制，尽量保证进度统一。

4.2 施工监测

首先在封闭交通的情况下，选择在夜间或凌晨测定恒载状态下吊杆安装位置的拱肋端和系梁端的实际标高，作为吊杆更换及桥梁加固的一个基点，并以之作为今后加固施工完成之后加固效果的一个评定参考。测量包括吊杆应力的测量和桥面控制点标高的测量以及拱类轴线的测量，同时与该桥建成存档数据进行比较分析。

吊杆更换过程中通过桥面标高和吊杆索力对施工过程中进行双控：①吊杆更换过程中，用水准仪监测桥面标高值，控制其变化范围在 $\pm 5\text{mm}$ 范围之内。②通过千斤顶油压和索力传感器，监测临时兜吊系统和吊杆索力，使临时兜吊系统辅助索索力与吊杆力之和控制在原吊杆力的 $\pm 5\%$ 范围内。

4.3 交通安全及防护

蒲庙大桥是当地的过江的唯一通道，距离最近的仙湖大桥约7公里，为了施工、交通安全，并最大程度保证当地居民的出行方便，吊杆更换施工期间，禁止汽车通行，桥面将人行道及拱肋内侧一米外桥面作为施工区域，用彩钢板作成安

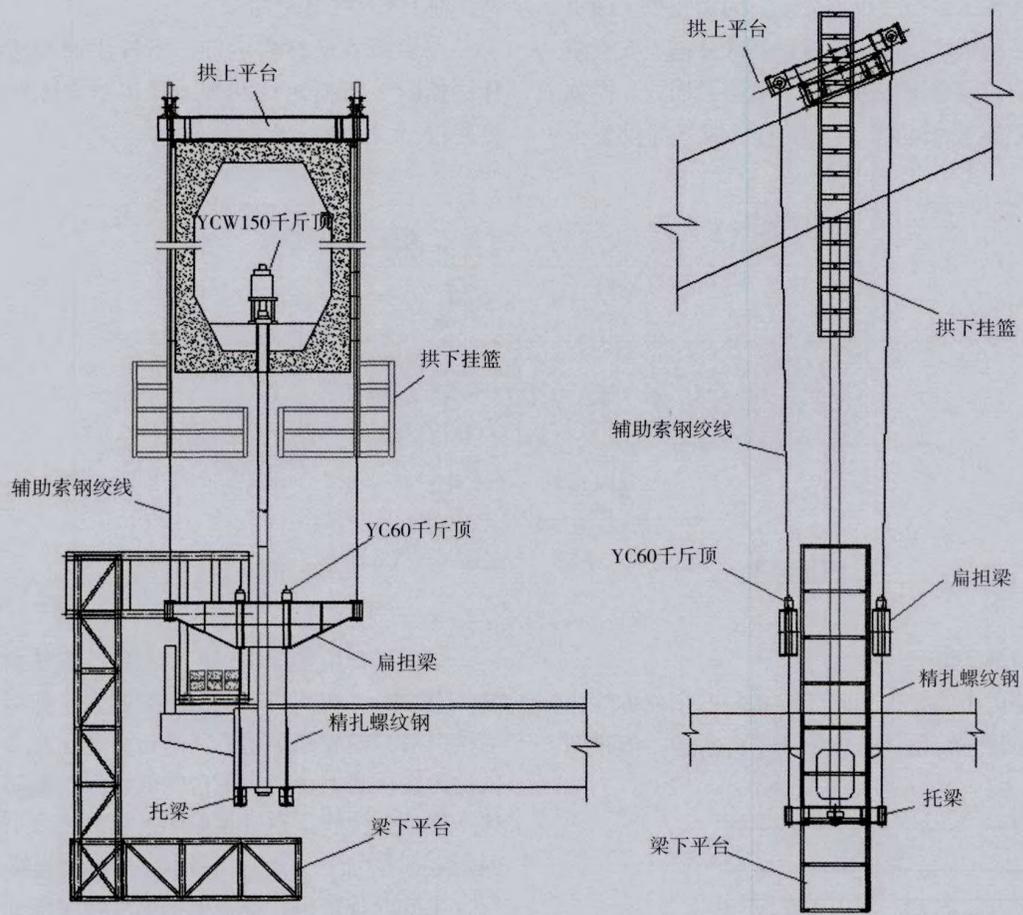


图3 兜吊系统工作示意图

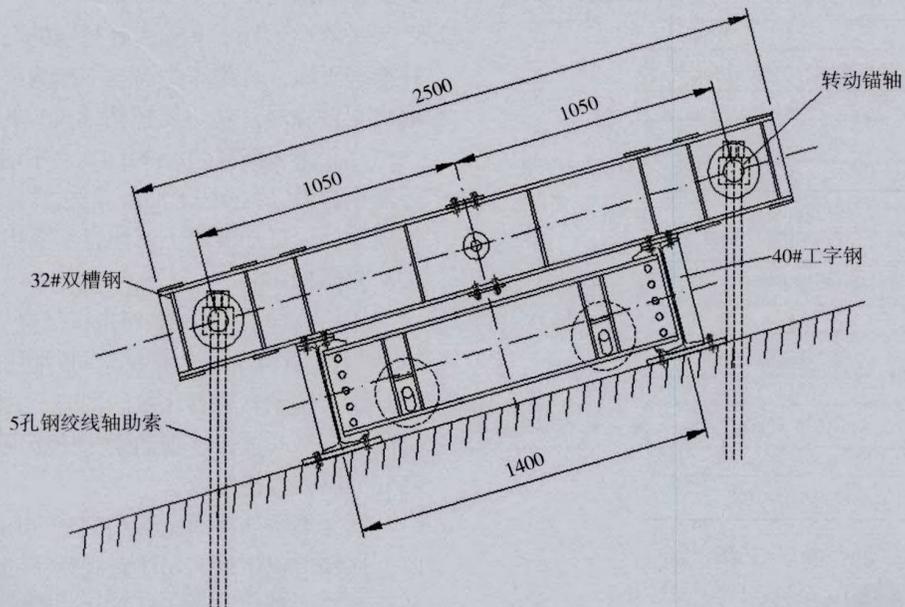


图4 拱上平台结构图

全围栏将施工区与行车道分开。为防止拱上施工时掉东西到桥面,在主桥有拱肋部分搭设安全防护棚,防护棚采用型钢和脚手管搭设而成,棚顶满铺双层毛竹板防护,下层毛竹板下挂设安全

网,施工平面布置见图5。

在桥面下悬挂指示灯,指挥水面交通。吊杆更换时,所换吊杆20米范围内的水面严禁船只通行。

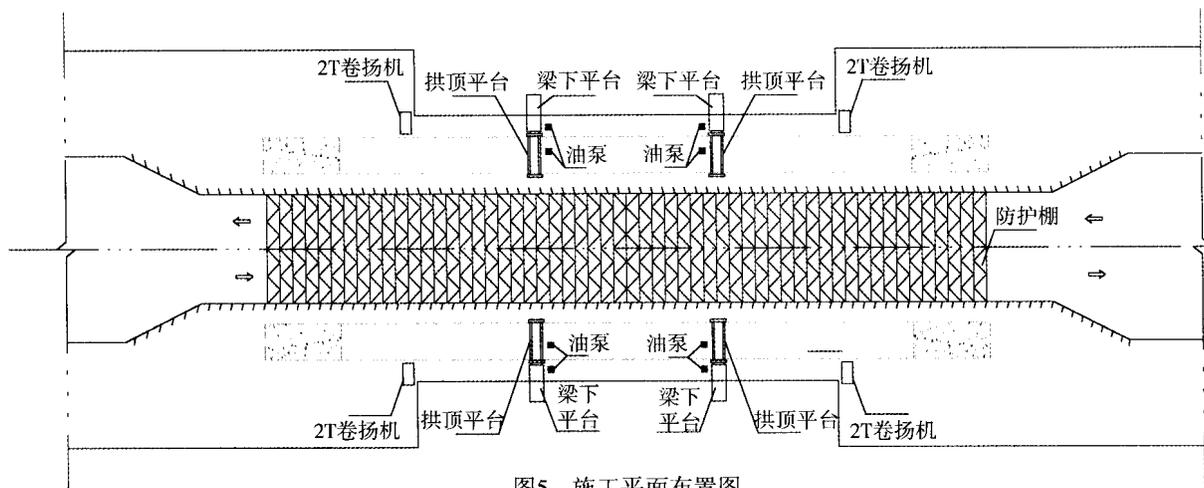


图5 施工平面布置图

4.4 更换施工流程

吊杆更换施工包括施工准备—旧吊杆拆除—新吊杆安装—新吊杆张拉—新吊杆防护。流程图如图6。

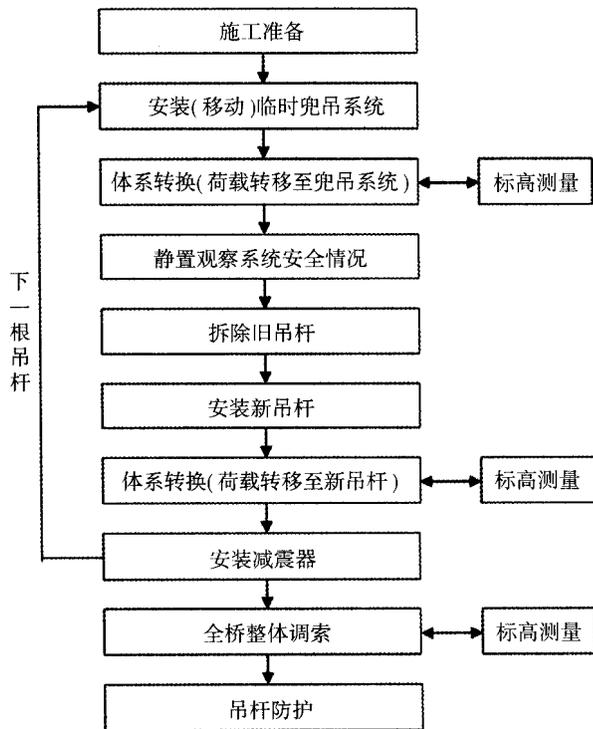


图6 施工工艺流程图

5 吊杆更换操作步骤

5.1 安装(移动)兜吊系统

拱上平台由工厂精确下料制作,现场组合拼装。安装时先在一块空地上组装起来,然后由汽吊整个吊起安放到拱肋上。平台由卷扬机牵引提供动力在拱肋上行走,平台两侧设限位轮防止偏移。移动到位后,通过在拱肋上植筋将拱上平台固定在拱肋上。依次安装钢绞线、扁担梁、拉杆、托梁以及张拉设备,单根循环预紧辅助索钢绞线,使临时兜吊系统受力均匀。

5.2 凿除旧吊杆防护层

凿除旧吊杆上下锚头处封锚的高强混凝土,并清理干净,直到露出锚具不影响旧吊杆的整束取出。凿除时注意不要损伤锚具夹片。

在距离桥面高约1.5米位置,用切割机将吊杆外套钢管沿纵向剖开50cm,割去这段钢管,清除钢绞线外包裹的混凝土。注意不要损伤钢绞线。

5.3 割除旧吊杆

①用YC60千斤顶对拉杆进行张拉,在张拉时要求对左右及上下游四组辅助索同时同步进行张拉。

②对辅助索进行张拉的同时,对桥面及拱肋标高进行实时监测。辅助索张拉至使桥面标高抬高5mm后,停止张拉。

③距离桥面高约1.5米位置,使用气割分丝切除,切除过程中须密切注意观察桥面标高变化,桥面标高下降10mm后,再次张拉辅助索,使桥面标高在原标高值基础上按 $\pm 5\text{mm}$ 之间变化。

④重复以上步骤，直到旧吊杆完全割断，整个过程中，桥面标高控制在 $\pm 5\text{mm}$ 范围内。

⑤在吊杆上端沿拱圈底面下约1m位置安装旧吊杆索夹，并将卷扬机钢丝绳连接好，保持钢丝绳预紧。沿拱圈底面用气割切除旧吊杆，用卷扬机下放旧吊杆至桥面。

⑥凿除预埋管内灌注的混凝土，将旧锚具取出，将预埋管清理干净。

5.4 安装新吊杆

①吊杆拉索由工厂制作卷盘成捆，然后运至施工现场。

②安装之前须把吊杆展开，把吊杆上下端的拉杆组装好。

③在距吊杆端拉杆连接套位置上索夹，将吊杆吊起到拱肋预埋管附近，把拉杆与拱肋伸出的钢丝绳连接，通过钢丝绳牵引钢拉杆入预埋管后，拧上螺母完成上锚头安装。

④将下锚头穿过下预埋管，拧上螺母完成下锚头安装。

5.5 新吊杆张拉

①在吊杆上端锚垫板依次安装撑脚、YCW150B千斤顶、张拉杆；新吊杆张拉时，要求上、下游对称分级同步张拉。

②吊杆张拉时对索力及标高进行双控。吊杆逐级张拉时，相应放松辅助索。在张拉过程中，对桥面及拱肋标高要进行实时监测，控制桥面标高上下位移不能超过设计误差。该桥施工中基本控制在 $\pm 5\text{mm}$ 范围内。

③张拉到位后，辅助索力下降至0，用千斤顶将辅助索的钢绞线逐根拔出，拆除辅助索及横梁托架。依据标高情况对索力再进行调整，完成最终张拉。

5.6 特殊位置的临时系统安装

由于拱肋间有两道横向K撑，K撑所处位置在吊杆正上方，如果按常规方式安装拱上平台，则辅助索钢绞线将被K撑挡住无法到达桥面。

将拱上平台往下移一段距离，利用拱上平台可转动锚轴和钢绞线夹片锚允许受力偏角，让辅助索倾斜受力，倾斜角度约 12° 。桥面用一个20T葫芦水平拉住扁担梁，使精轧螺纹钢仍然保持竖直受力状态，如图7。

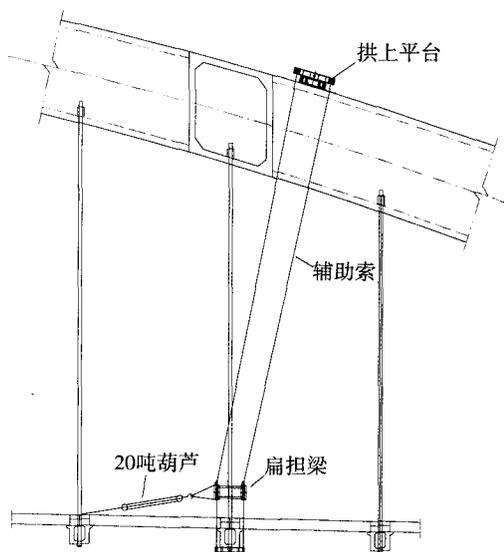


图7 K撑位置处吊杆更换

5.7 吊杆防护

按设计要求对吊杆进行防护：上下预埋管口按安装减震器；用注油泵对上下端保护罩灌注防腐油脂；下端预埋管内灌注防腐油脂；下端预埋管口安装防水罩，安装热缩套。

6 结束语

蒲庙大桥共有吊杆54根，此次更换其中除1#、2#、26#、27#短吊杆之外的其余48根吊杆。此次更换施工自2008年6月进场至2008年9月底结束，其中吊杆更换主工期约2个月，工程质量及进度均取得良好效果，取得良好的经济效益和社会效益。

我公司参考现代拱桥施工中所采用的拱肋行走吊机的原理，首创了移动兜吊系统用于吊杆更换施工的方法，用一套设备流水使用的方式进行吊杆更换，减少了施工设备和临时设施的投入，节约了大量资金；该工法可操作性好，施工各工序衔接紧密，大大提高了生产效率；吊杆更换中的大量的工作都在桥面进行，减少了高空作业，安全性更高；兜吊系统专门设计，厂内制作加工，有利于将系统风险降至最低。

参考文献

- [1] 黄颖, 朱万旭, 杨帆. 钢绞线整束挤压式拉索锚具抗滑性能的试验研究[J]. 预应力技术, 2008(6): 9-11
- [2] 孙剑飞, 韦福堂, 谭俊冬. 南阁大桥临时索锚箱设计及斜拉索更换施工[J]. 建筑施工, 2010(10): 95-96